

运用FloTHERM XT™, FloTHERM和T3Ster解决
平板电脑中的热设计问题



方便快捷是人类的本质需求。但是对于你想尽快得到的，却不总是那么容易实现。为实现人类即时满足的愿望，涌现出一批在线商店和咖啡、快餐连锁店之类的便利店，这极大改变了我们的学习、工作和娱乐方式。我们无需只到图书馆进行阅读，也无需只依靠阅读报纸和观看晚间新闻来获知世界大事。浏览新闻，完成紧急的工作报告，过“愤怒的小鸟”的下一关，获取下一班火车的时间等所有这些事情都可通过一件小巧的设备——平板电脑来实现。

消费者通常喜欢选择购买平板电脑来代替手提电脑，这导致了平板电脑市场的扩大。制造商基于价格、外形和尺寸方面的考虑，设计出的平板电脑更为轻薄、时尚和小巧。

下一代手持设备在满足严格的工业产品设计要求的基础上，需解决两方面的热设计问题，一是产品的表面触摸温度能使消费者感觉舒服，二是确定产品内部关键元器件的最高温度范围。这篇文章讨论的就是平板电脑在设计中如何满足这些方面的要求。

平板电脑的热模型是运用 FIoTHERM XT 创建的，以了解平板电脑在各种操作条件下的最大允许功耗。其热模型也用来进行参数研究，以寻求内部元器件在平板电脑内的最佳散热路径。

最大功耗

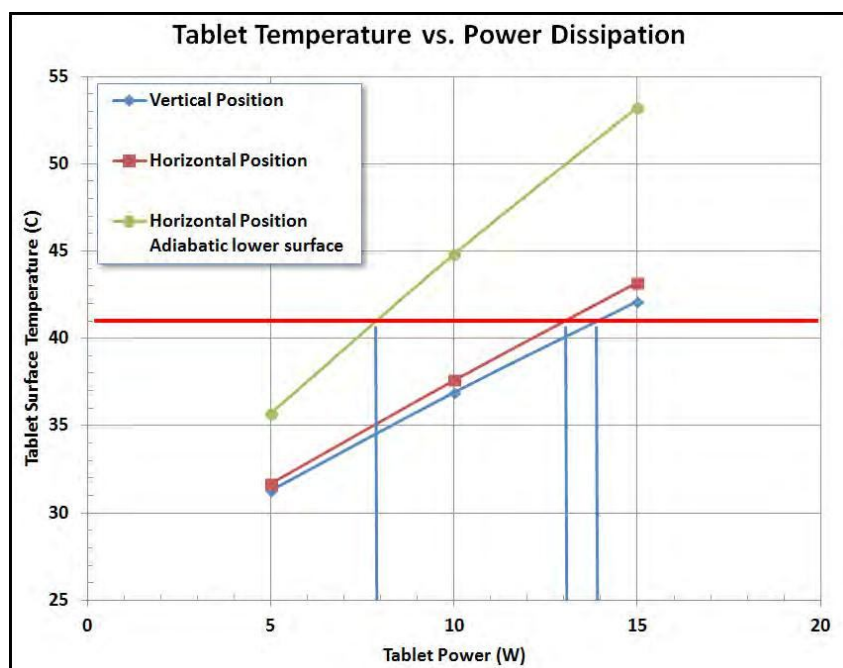
以往在手提电脑和台式电脑上运行的应用程序，现在也能够手持设备上运行了。手持设备外形较小，且需要采用被动式散热，在此条件下提供良好的性能将面临更大的挑战。针对手持设备的散热挑战，一些专家如 Brown et al, Lee et al, Mongia et al, Huh et al 和 Gurrum et al 已进行了专门的研究。

自然对流和辐射形成的最大可能的功耗在此项研究中已被计算出并在图 1 中展示。另外，在周围温度为 25°C 的海平面温度，且表面温度不超过 41°C 的触摸温度的条件下计算出了总功耗。其中，由 Berhe 计算出的铝封装的最大触摸温度为 41°C。

当把平板电脑垂直放置在半空中时，其各表面产生热传导和热辐射，此时的理论最大总功耗是 13.9 瓦（如图 2 所示）。当把其水平放置时，产生的最大总功耗下降至 13.1 瓦。当把其放置在水平隔热的表面上时，热传导只发生在其两侧面和前表面，此时的最大功耗下降到 7.9 瓦，如图 3 所示。这种状况发生在平板电脑背部的热传导被阻碍，如当用户把平板电脑放置在毛毯或枕头上时。这些数值针对平板电脑在静止的空气中所耗散的最大热量，做出了界定。

为了计算总功耗，须作出以下假设：长240mm宽180mm的典型平板电脑，处在表面温度均匀的理想状态下。在表面发射率为0.8的保守假设下，当环境温度为25°C时，辐射热传导产生的热功耗占据总功耗的一半以上。

为达到 41°C 的触摸温度，设计参数需认真设定。应将平板电脑设计成等温的，以使其到周围环境的热传导是最大的。如此，平板电脑在不超过最大允许的触摸温度的情况下，表面温度远高于周围环境温度以进行最大程度的热传导。当把平板电脑放置在毯子上，其背部热传导被阻止，总功耗会急剧下降。



数值模型的值

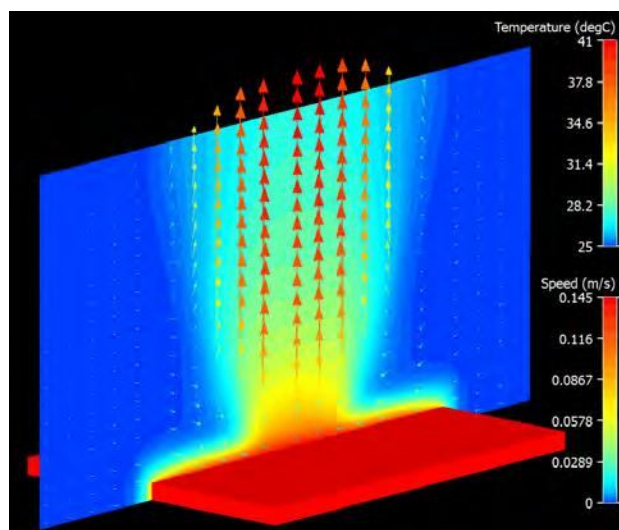
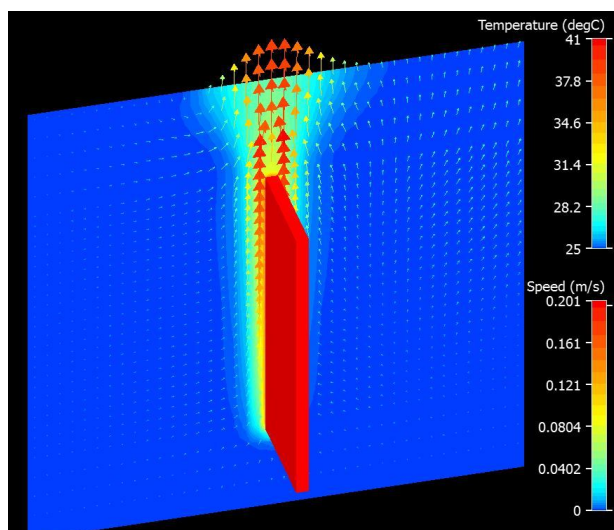
为分析不同热管理技术的影响，运用 FloTHERM 建立了详细的 CFD 热模型。针对平板电脑内主要处理器的实际热特性数据，可使用 T3Ster 精确测量，以确定处理器 IC 及 PCB 的热阻，获取处理器顶部及底部的热流量。使用 T3Ster 产生的处理器的热模型可直接放到 FloTHERM 中的平板电脑模型内。平板电脑内部的详细热模型结果显示在如

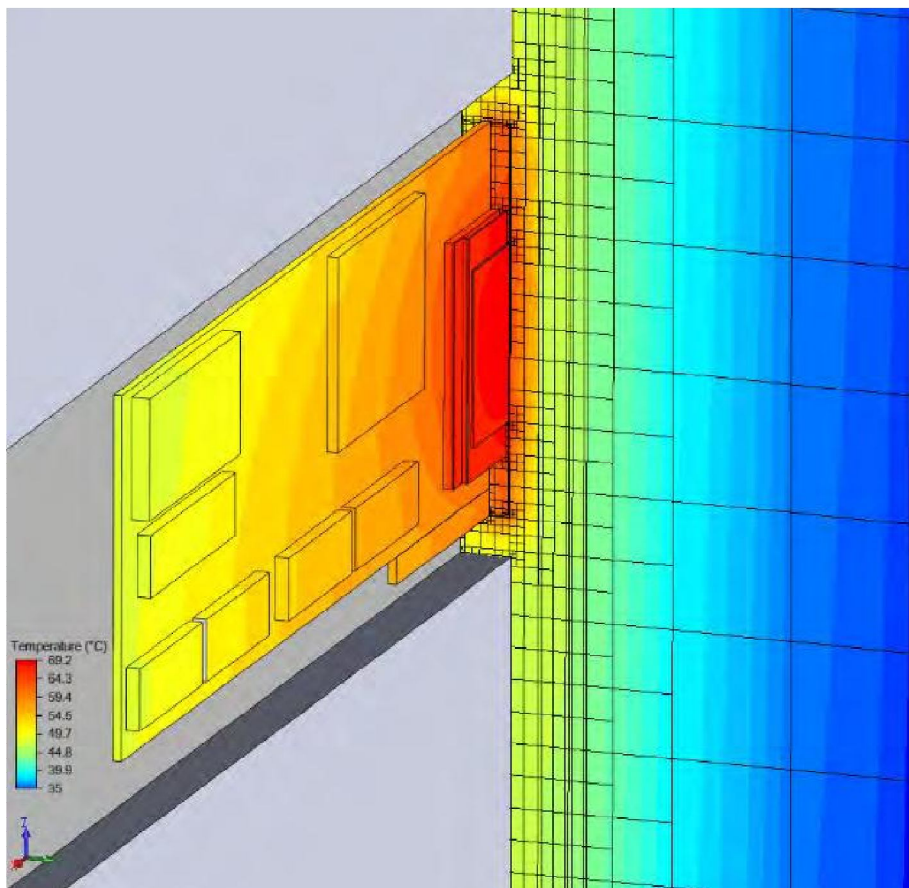
图4中。通过FloTHERM XT对元器件的自适应网格划分，得知其表面的对流热传导和辐射热传导信息。

热点温度下降

设计的目的是使触摸温度保持在 41°C 或以下，因此确定散热器的高传热率的影响尤为重要。针对平板电脑的背部外壳所采用的不同热传导率的材料，

已进行了一些参数研究。结果显示在图5中，图6是对其进行的图表总结。此项研究假定每次仿真的功耗相同，唯一变化的是外壳的热传导率参数。作为参考，大多数塑料的热传导率是在 0.2w/mk 的范围内，而铝的热传导率达到了 200w/mk，这表明铝的热传导率是塑料的1000倍。





处理器热模型的推导

当建立平板电脑的热模型时，处理器的热特性数据并不十分准确。另外，热界面材料供应商提供的数据表并不能准确反应界面材料的热阻以及处理器芯片和散热器间材料的润湿性能。

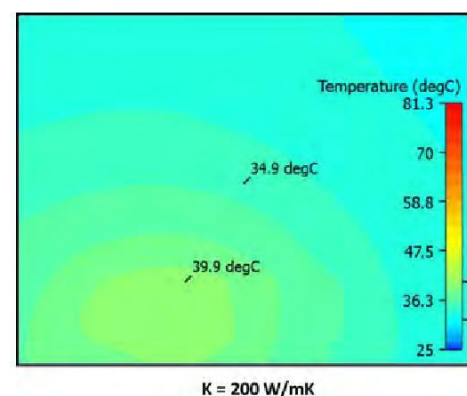
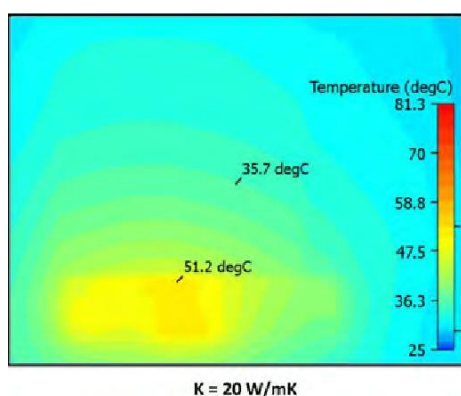
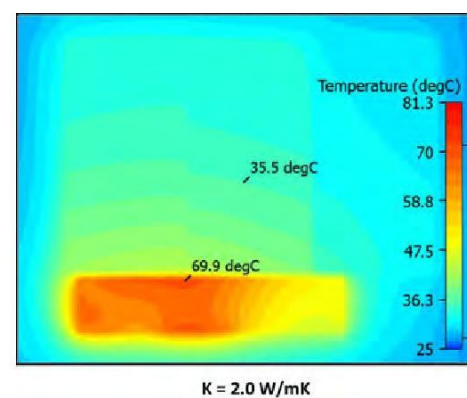
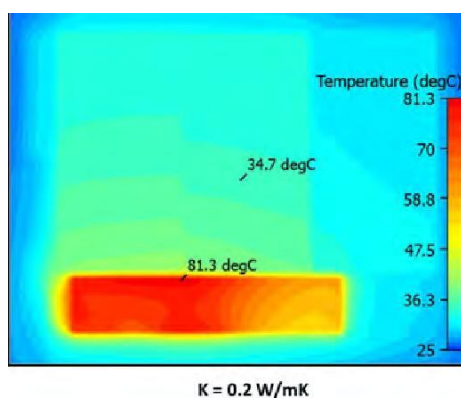
为摆脱此限制并得到准确的处理器热模型，可使用T3Ster测出从处理器IC芯片到其盖子或散热器及PCB的热阻。利用T3Ster可对半导体封装设备的热阻路径作出动态热分析。晶片的瞬态温度响应和其功率输入阶跃响应的函数关系被记录下来。

由瞬态温度响应得出的结构函数，可反映出散热路径上材料的热阻信息。如图7所示，即为由T3Ster得出的处理器的结构函数，图中的结壳热阻是0.23 K/W。

将处理器封装的热模型放到CFD仿真模型,要使热点温度下降,可在平板电

脑外壳内安置高传导率的散热器，或对其外壳使用高传导率的材料。值得注意的是，平板电脑外壳的热传导率影响其表面触摸温度，当热传导率下降时，表面触摸温度会上升。

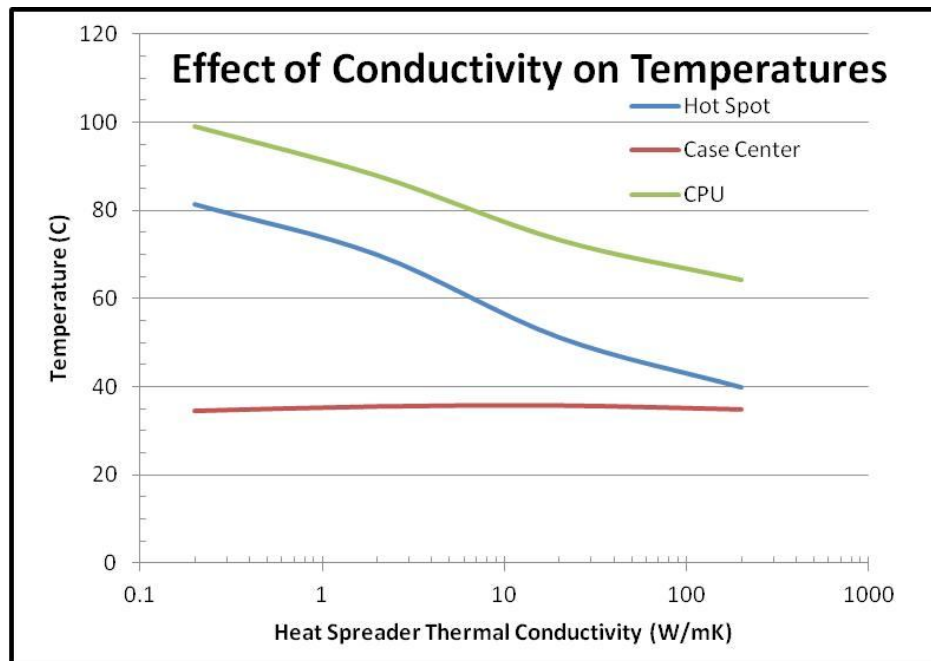
例如，如果平板电脑的外壳是用传导率为 0.2 W/mK 的塑料制成的，由于塑料的低传导率会导致外壳与皮肤间较少热量的传递，那么用户感知的外壳温度会比用铝制成的外壳温度要低，感觉会更凉爽些。虽然塑料制成的外壳比较厚，但由于外壳面积较大，因此相比铝制外壳，其热传导并不会显著下降。这个结论的前提是塑料外壳内使用的是高传导率的铝板或石墨板。



中，并且当散热路径的其他条件如散热器的材质和尺寸、散热器和外壳背部间的气隙厚度、外壳材质等改变时，运用数值实验得出处理器的结点温度变化。

总结

平板电脑的尺寸影响其内部元器件的功耗，元器件的功耗也将影响平板电脑内部的热点温度下降的程度。很少有工程师能够意识到平板电脑外部表面的辐射散热能力。热辐射在平板电脑热设计中的重要性，直至能够精确计算出后



才被意识到。如果其表面发射率高，那么向周围环境的热传导将有超过一半来自于辐射。降低产品的热点温度，扩散其热量，以增进热传导；通过对流和热辐射最大限度地促进产品表面的热传导。

总之，为平板电脑正确建立热模型，可以快速测试设计效果和材料变化引起的效果，从而避免测试样机导致的

高成本和进度延误。热设计工程师可通过构建热模型进行多方面检测，而不仅限于使用样机检测。如此将设计出更精致的平板电脑，使其更能满足用户需求，也更具竞争优势。高质量的热模型将加快产品投放，降低研发成本。由于能够使用仿真软件进行准确仿真，从而无需制造样机进行检测，只需对最终产品样本进行检测即可。

